

Bokmål

Eksamensinformasjon	
Eksamenstid	Eksamen varer i 5 timer. Del 1 skal leveres inn etter 2 timer. Del 2 skal leveres inn senest etter 5 timer. Du kan begynne å løse oppgavene i del 2 når som helst, men du kan ikke bruke hjelpemidler før etter 2 timer – etter at du har levert svarene for del 1.
Tillatte hjelpemidler under eksamen	Del 1: skrivesaker og linjal Del 2: Alle hjelpemidler er tillatt, bortsett fra åpent internett og andre verktøy som kan brukes til kommunikasjon. Når du bruker nettbaserte hjelpemidler under eksamen, har du ikke lov til å kommunisere med andre. Samskriving, chat og andre måter å utveksle informasjon med andre på er ikke tillatt. Du kan ikke bruke automatisk tekstgenerator som chatbot eller tilsvarende teknologi.
Bruk av kilder	Dersom du bruker kilder i svaret ditt, skal du alltid føre dem opp på en slik måte at leseren kan finne fram til dem. Du skal føre opp forfatter og fullstendig tittel på både lærebøker og annen litteratur. Dersom du bruker utskrifter eller sitater fra internett, skal du føre opp nøyaktig nettadresse og nedlastingsdato.
Vedlegg	Vedlegg 1 Eget svarskjema for oppgave 2
Vedlegg som skal leveres inn	Vedlegg 1 Eget svarskjema for oppgave 2 finner du bakerst i oppgavesettet.

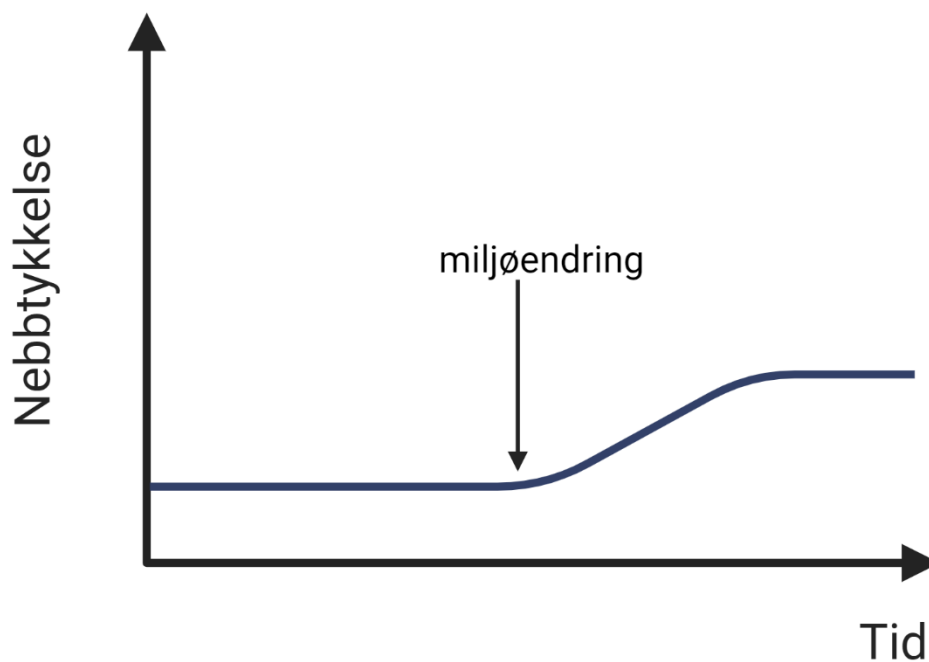
Informasjon om flervalgsoppgaven	Oppgave 2 har 20 flervalgsoppgaver med fire svaralternativer: A, B, C og D. Det er bare ett riktig svaralternativ for hver flervalgsoppgave. Blankt svar teller som feil svar. Dersom du er i tvil, bør du derfor skrive det svaret du mener er mest korrekt. Du kan bare svare med ett svaralternativ: A, B, C <i>eller</i> D. Eksempel Her ser du fire ulike livsstrategier: <table data-bbox="630 555 981 683"> <tr> <td>1</td><td>kort generasjonstid</td></tr> <tr> <td>2</td><td>ingen yngelpleie</td></tr> <tr> <td>3</td><td>få avkom</td></tr> <tr> <td>4</td><td>gjentatt reproduksjon</td></tr> </table> Hvilke livsstrategier beskriver best en K-selektert art? <table data-bbox="630 750 901 878"> <tr> <td>A</td><td>strategi 1 og 2</td></tr> <tr> <td>B</td><td>strategi 1 og 4</td></tr> <tr> <td>C</td><td>strategi 2 og 3</td></tr> <tr> <td>D</td><td>strategi 3 og 4</td></tr> </table> Dersom du mener svaralternativ D er korrekt, skriver du «D» på svararket i vedlegg 1. Skriv svarene for oppgave 2 i svarskjemaet i vedlegg 1, som ligger helt til sist i oppgavesettet. Svarskjemaet skal rives løs fra oppgavesettet og leveres inn. Du skal altså ikke levere inn selve eksamensoppgaven med oppgaveteksten.	1	kort generasjonstid	2	ingen yngelpleie	3	få avkom	4	gjentatt reproduksjon	A	strategi 1 og 2	B	strategi 1 og 4	C	strategi 2 og 3	D	strategi 3 og 4
1	kort generasjonstid																
2	ingen yngelpleie																
3	få avkom																
4	gjentatt reproduksjon																
A	strategi 1 og 2																
B	strategi 1 og 4																
C	strategi 2 og 3																
D	strategi 3 og 4																
Informasjon om vurderingen	Karakteren ved sluttvurderingen blir fastsatt etter en helhetlig vurdering av besvarelsen. Del 1 vil telle omtrent 40 prosent, og del 2 vil telle omtrent 60 prosent. I del 1 teller oppgave 1 og oppgave 2 omtrent like mye. I del 2 teller hver deloppgave omtrent like mye. Se eksamensveiledningen med kjennetegn på måloppnåelse til sentralt gitt skriftlig eksamen. Eksamensveiledningen finner du på Utdanningsdirektoratets nettsider.																
Kilder	Se kildelista på side 50. Figurene i oppgave 1c, flervalgsoppgavene 3, 12, 18 og 19, og figurene 1 og 2 er laget i Biorender. Andre grafer, bilder og figurer: Utdanningsdirektoratet.																

Del 1

Oppgave 1

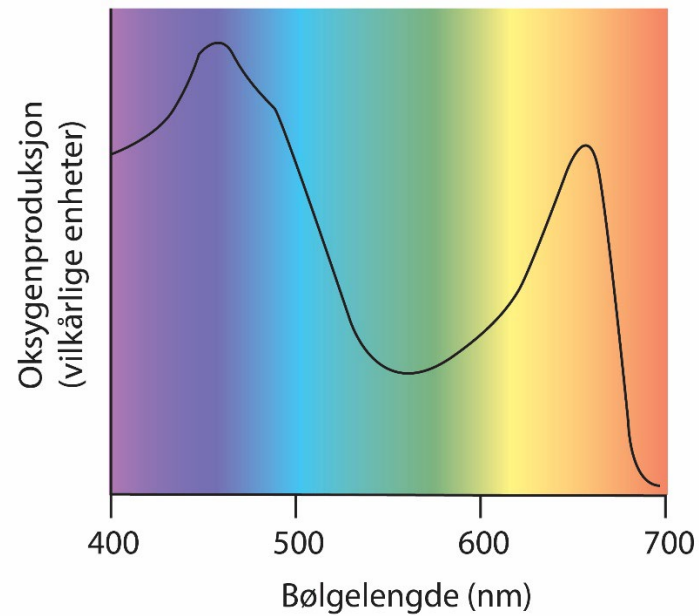
**Skriv korte svar på oppgave 1a, 1b, 1c og 1d.
Hvert av svarene skal være på maksimum én A4-side.**

- a) 1 Beskriv metoden du brukte for å utforske arts mangfoldet i feltarbeidet ditt.
- 2 Skisser et næringsnett der du bruker artsnavn fra feltarbeidet.
- b) Skisser et stoffkretsløp, og gi to eksempler på hvordan menneskelig aktivitet påvirker kretsløpet.
- c) Figuren illustrerer gjennomsnittlig nebbtykkelse i en fuglepopulasjon som funksjon av tiden.



Forklar hvordan seleksjonen i populasjonen kan ha foregått etter miljøendringen.

- d) I et fotosynteseforsøk ble et blad fra et løvtre bestrålt med lys av ulike bølgelengder, fra blått til rødt. Oksygenproduksjonen i bladet ble målt for hver bølgelengde, og kurven viser resultatene.



Gjør rede for hva resultatene fra forsøket viser.

Oppgave 2 Flervalgsoppgaver

Skriv svarene for oppgave 2 på eget svarskjema i vedlegg 1.

(Du skal altså *ikke* levere inn selve eksamensoppgaven med oppgaveteksten.)

Du skal bruke tabellen og teksten nedenfor i oppgave 1 og 2.

Pelsfargen til kaniner kan variere mellom populasjoner. Forskere undersøker om pelsfargen påvirkes av temperaturen i leveområdet. Avkom fra ulike populasjoner samles inn og lever gruppevis i laboratorier med ulik temperatur. Tabellen beskriver forsøksoppsettet.

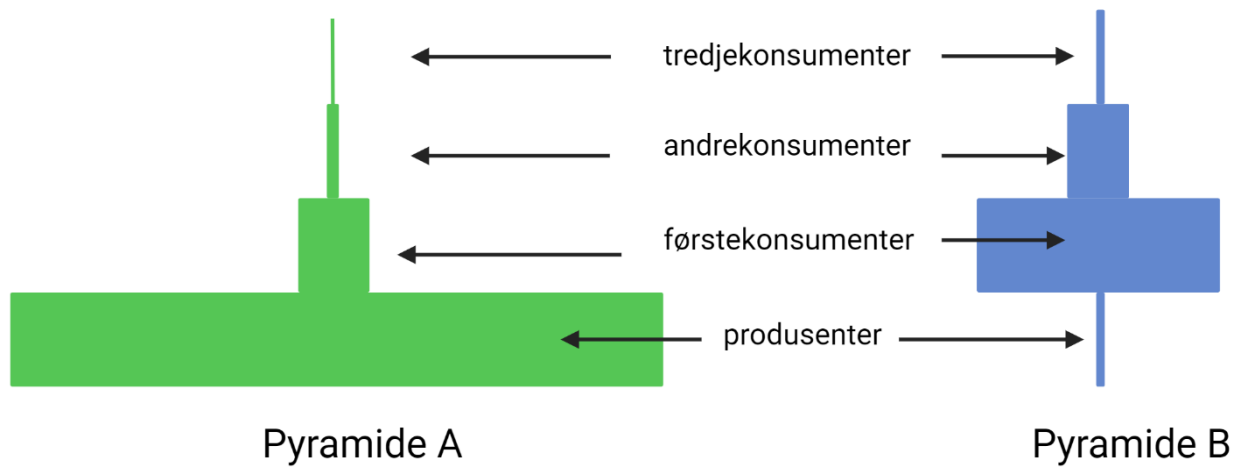
Temperaturen i laboratoriet (°C)	Gjennomsnittlig temperatur på opprinnelig levested (°C)		
	5	8	12
5	gruppe 1	gruppe 4	gruppe 7
8	gruppe 2	gruppe 5	gruppe 8
12	gruppe 3	gruppe 6	gruppe 9

- 1 Hvilke grupper av kaniner ble brukt som kontroll i forsøket?

A gruppe 1, 5 og 9
B gruppe 2, 5 og 8
C gruppe 3, 5 og 7
D gruppe 4, 5 og 6
- 2 Hypotesen «forskjeller i pelsfarge skyldes hovedsakelig forskjeller i gener» styrkes dersom

A pelsfargen som utvikles, varierer mellom gruppe 1, 5 og 9
B pelsfargen som utvikles, varierer mellom gruppe 3, 5 og 7
C alle individene i gruppe 1, 4 og 7 utvikler lik pelsfarge
D alle individene i gruppe 7, 8 og 9 utvikler lik pelsfarge

3 Figuren illustrerer to ulike økologiske pyramider.



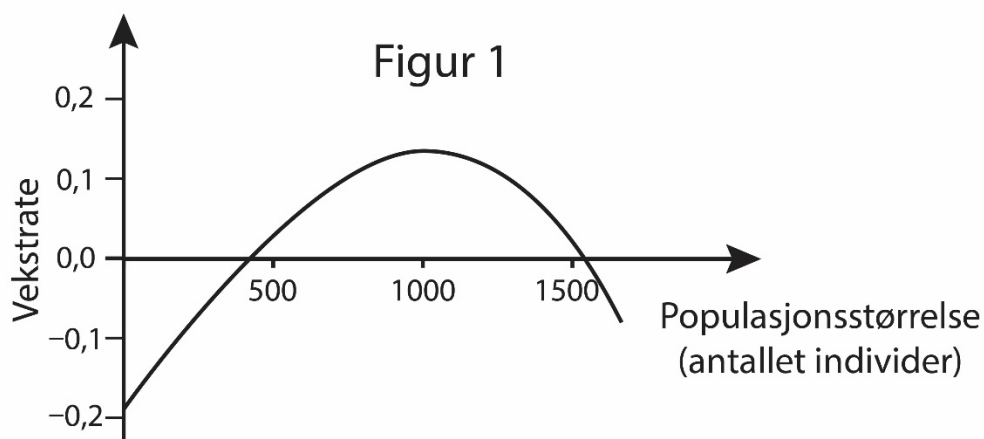
Her ser du to påstander.

- 1 Pyramide A kan illustrere en energipyramide på land, og pyramide B kan illustrere en biomassepyramide i vann.
- 2 Pyramide A kan illustrere en tallpyramide på land, og pyramide B kan illustrere en energipyramide i vann.

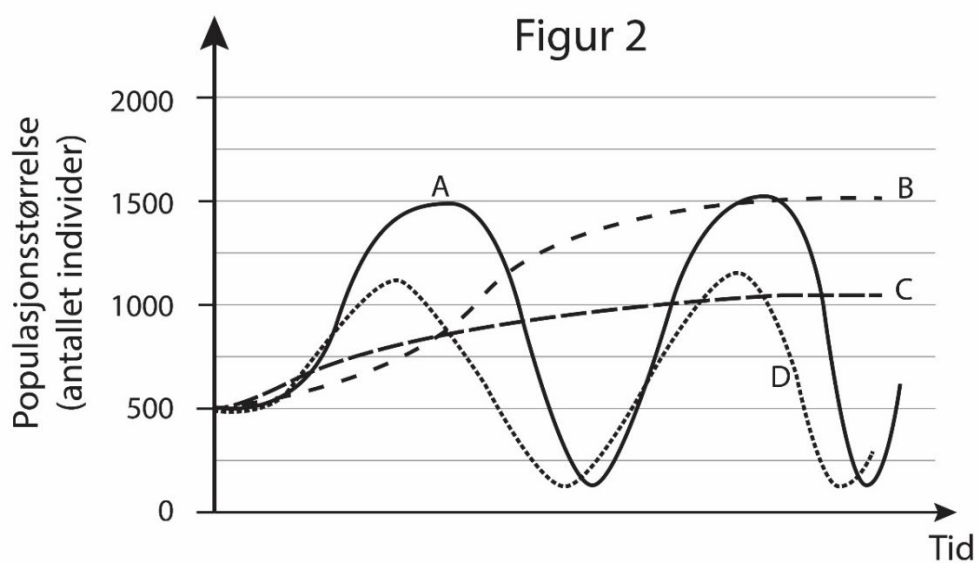
Hvilke påstander (én, to eller ingen) er riktige?

- A bare påstand 1
- B bare påstand 2
- C begge påstandene
- D ingen av påstandene

- 4 Figur 1 illustrerer sammenhengen mellom populasjonsstørrelsen og vekstraten til en populasjon. Vekstraten er lik fødselsraten minus dødsraten.



Figur 2 tar utgangspunkt i en populasjon på 500 dyr og illustrerer fire mulige vekstkurver.



Ta utgangspunkt i figur 1. Hvilken vekstkurve i figur 2 beskriver best hvordan populasjonen vokser?

- A kurve A
- B kurve B
- C kurve C
- D kurve D

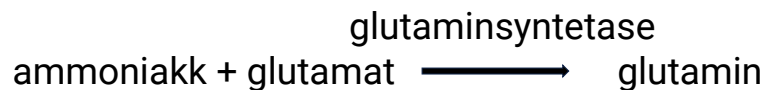
5 Her ser du fire påstander.

- 1 En r-selektert art driver lite yngelpleie.
- 2 Det er intraspesifikk konkurranse mellom artene elg og hjort.
- 3 Smittsom sykdom er en tetthetsuavhengig faktor.
- 4 Mutualisme er et samspill som er til gjensidig nytte for artene.

Hvilke påstander er riktige?

- A påstand 1 og 2
- B påstand 1 og 4
- C påstand 2 og 3
- D påstand 3 og 4

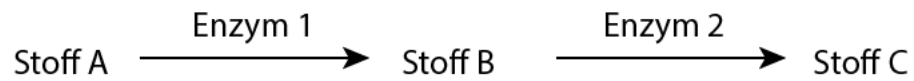
6 Ammoniakk dannes i metabolismen i planteceller. Store mengder ammoniakk er giftig for planten og fører til redusert plantevekst. Enzymet glutaminsyntetase reduserer konsentrasjonen av ammoniakk i planteceller gjennom denne reaksjonsveien:



Virkestoffet i noen ugressmidler ligner glutamat. Mest sannsynlig reduseres planteveksten fordi virkestoffet

- A reduserer mengden glutamat i plantecellen
- B reduserer mengden ammoniakk i plantecellen
- C er en konkurrerende hemmer/inhibitor til glutaminsyntetase
- D er en ikke-konkurrerende hemmer til glutaminsyntetase

7 Figuren illustrerer en reaksjonsvei med to enzymer og sluttproduktet C.



Negativ tilbakekobling regulerer mengden av stoffet C. Hvordan skjer reguleringen?

- A Stoff A bindes til stoff C.
- B Stoff A bindes til enzym 1.
- C Stoff C bindes til stoff A.
- D Stoff C bindes til enzym 1.

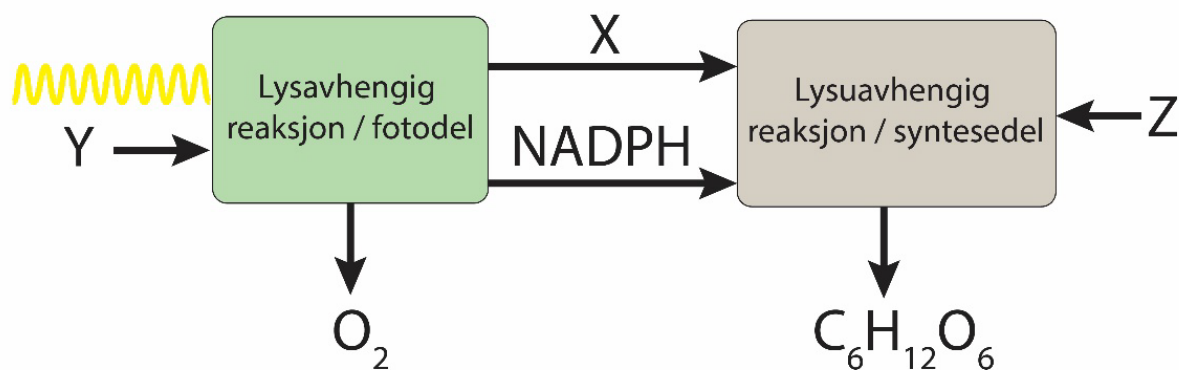
8 Her ser du fire uenigheter om en hjortepopulasjon.

- 1 uenighet om erstatning etter beiteskader
- 2 uenighet om hvor store jaktkvotene skal være
- 3 uenighet om hva som er den økologiske bæreevnen for populasjonen
- 4 uenighet om hva som er den beste metoden for å bestemme populasjonsstørrelsen

Hvilke uenigheter er eksempler på interessekonflikter?

- A 1 og 2
- B 1 og 3
- C 2 og 4
- D 3 og 4

9 Figuren illustrerer fotosyntesen.



Hvilke stoffer står X, Y og Z for?

- A X står for H_2O , Y står for CO_2 , og Z står for ATP.
- B X står for H_2O , Y står for ATP, og Z står for CO_2 .
- C X står for ATP, Y står for H_2O , og Z står for CO_2 .
- D X står for ATP, Y står for CO_2 , og Z står for H_2O .

Du skal bruke informasjonen nedenfor i oppgave 10 og 11.

Her ser du fire trinn i celleåndingen.

- 1 CO_2 dannes.
- 2 NADH avgir elektroner.
- 3 FADH_2 dannes.
- 4 Pyrodruesyre/pyruvat dannes.

10 Identifiser de to siste trinnene i celleåndingen og sett dem i riktig rekkefølge fra først til sist.

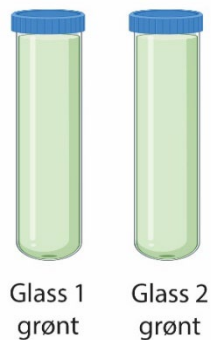
- A 1, 2
- B 1, 4
- C 3, 2
- D 3, 4

11 Hvilke trinn inngår i krebssyklusen?

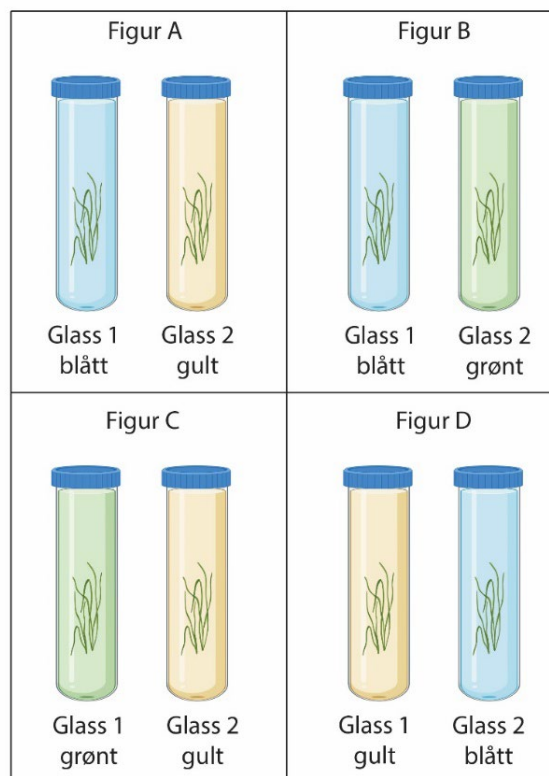
- A trinn 1 og 3
- B trinn 1 og 4
- C trinn 2 og 3
- D trinn 2 og 4

- 12 Indikatoren BTB er et stoff som blir gult i sur løsning, grønt i nøytral løsning og blått i basisk løsning. Vann er surere jo mer CO₂ det inneholder.

Elever merker to reagensglass, glass 1 og glass 2. Glassene fylles med helt rent vann, og vannet blir grønt når BTB tilsettes.



Elevene tar like store mengder levende vannplanter oppi hvert glass. De setter glass 1 i et skap uten lys, og de setter glass 2 under en lyskilde.



Hvilken figur illustrerer mest sannsynlig fargen på vannet i glassene etter et døgn?

- A figur A
- B figur B
- C figur C
- D figur D

13 Et bestemt RNA-molekyl består av introner og eksoner.

Ekson	Intron	Ekson	Intron	Ekson
50 baser	150 baser	70 baser	80 baser	120 baser

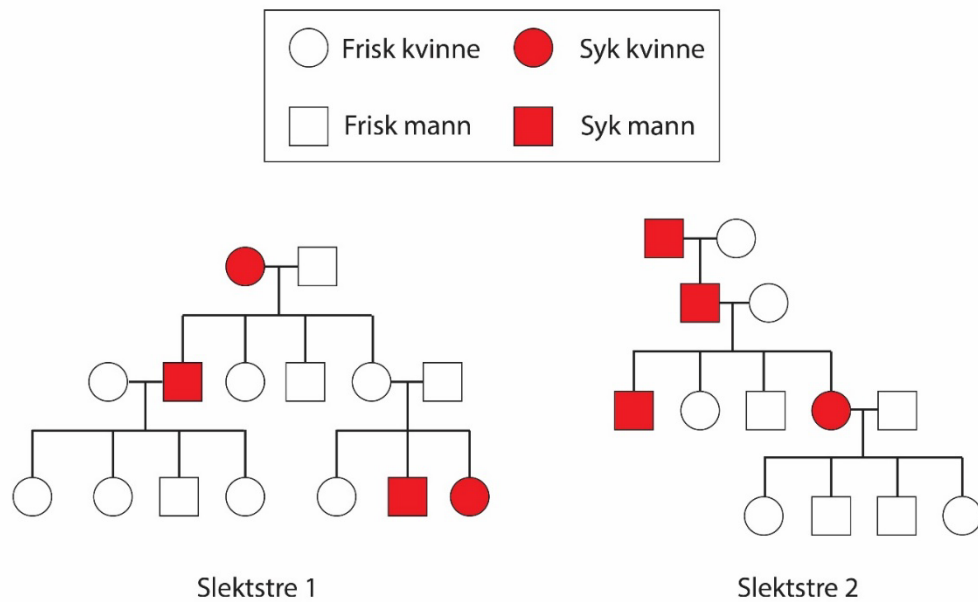
Hvilken påstand er riktig?

- A Molekylet er et ferdig mRNA-molekyl, og det finnes i cytosol.
 - B Molekylet er et ferdig mRNA-molekyl, og det finnes i cellekjernen.
 - C Molekylet er et pre-mRNA-molekyl, og det finnes i cellekjernen.
 - D Molekylet er et pre-mRNA-molekyl, og det finnes i cytosol.
- 14 Hos en museart er allelet/genvarianten A for lange klør dominant over allelet a for korte klør. Allelet B for brun pels er dominant over allelet b for grå pels. En mus med korte klør og grå pels får avkom med en mus som har genotypen AABb.

Hva er sannsynligheten for at avkommet får lange klør og grå pels?

- A $3/8$
- B $1/2$
- C $3/4$
- D $7/16$

15 Slektstreet viser nedarvingen av en sykdom i en familie.



Hvilken påstand er riktig?

- A Sykdommen nedarves dominant kjønnsbundet på X-kromosomet.
- B Sykdommen nedarves recessivt kjønnsbundet på X-kromosomet.
- C Sykdommen nedarves ved dominant ikke-kjønnsbundet arv.
- D Sykdommen nedarves ved recessiv ikke-kjønnsbundet arv.

16 Et gen koder for et protein som hindrer at celler vokser ukontrollert. Dersom promotoren til genet blir metylert, vil celler vokse ukontrollert.

Hvilken virkning har metyleringen?

- A Det blir produsert mer mRNA fra genet.
- B Det blir produsert mindre mRNA fra genet.
- C Det blir produsert mer mRNA fra promotoren til genet.
- D Det blir produsert mindre mRNA fra promotoren til genet.

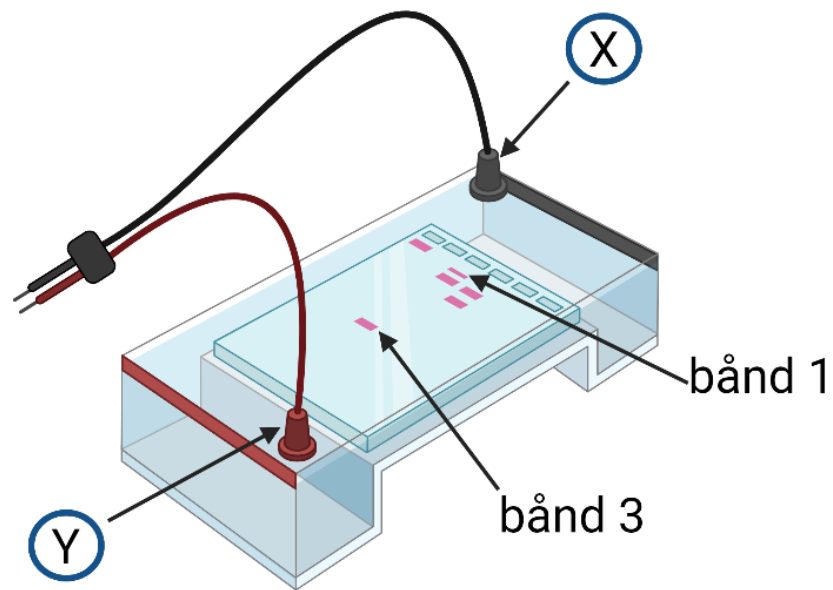
- 17 I sesamplanter koder ett gen for antallet frukter (én eller tre belger), mens et annet gen koder for formen på bladene (rynkete eller glatte). Genene er ikke koblet. En krysning ga følgende avkom:

223 planter med én belg og glatte blader
72 planter med én belg og rynkete blader
76 planter med tre belger og glatte blader
27 planter med tre belger og rynkete blader

Hvilken påstand er riktig?

- A Allelet/genvarianten for én belg er recessivt, og allelet for rynkete blader er recessivt.
- B Allelet/genvarianten for én belg er recessivt, og allelet for rynkete blader er dominant.
- C Allelet/genvarianten for én belg er dominant, og allelet for rynkete blader er recessivt.
- D Allelet/genvarianten for én belg er dominant, og allelet for rynkete blader er dominant.

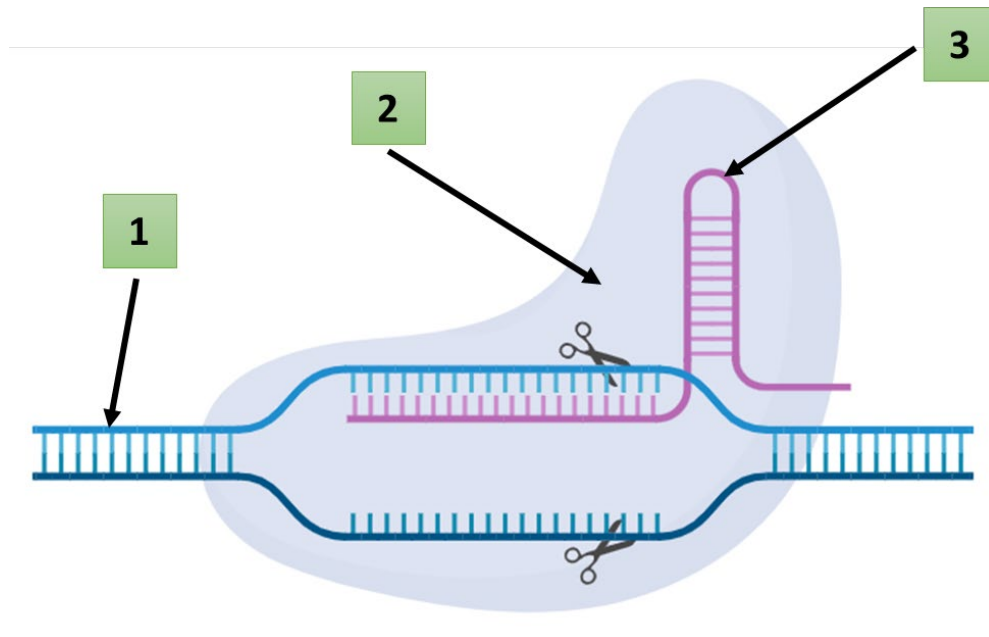
18 Figuren illustrerer en gelelektroforese.



Hvilken påstand er riktig?

- A X peker på positiv pol, og bånd 1 er det korteste DNA-fragmentet.
- B X peker på positiv pol, og bånd 3 er det korteste DNA-fragmentet.
- C X peker på negativ pol, og bånd 1 er det korteste DNA-fragmentet.
- D X peker på negativ pol, og bånd 3 er det korteste DNA-fragmentet.

19 Figuren illustrerer deler av CRISPR-metoden.



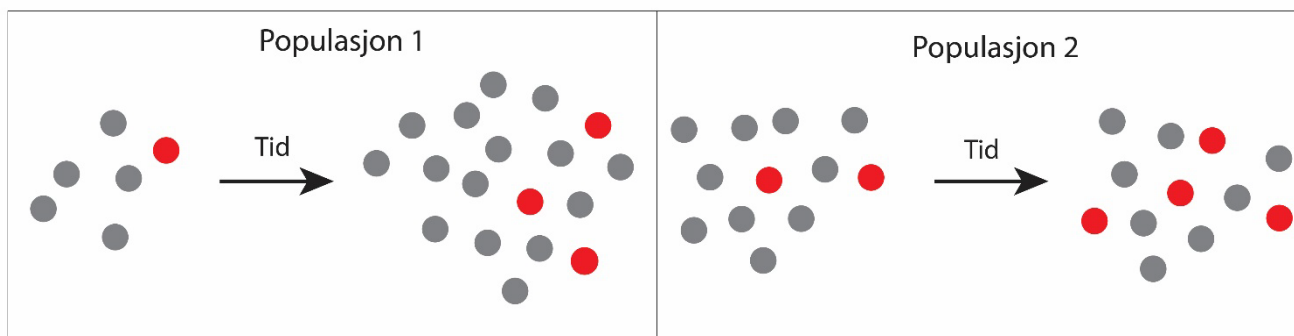
Her ser du to påstander.

- 1 Pil 1 peker på DNA-molekylet, og pil 2 peker på Cas9.
- 2 Guide-RNA, pil 3, klipper genet på ønsket sted.

Hvilke påstander (én, to eller ingen) er riktige?

- A bare påstand 1
- B bare påstand 2
- C begge påstandene
- D ingen av påstandene

- 20 Figuren illustrerer en modell av genlageret/genreservoaret til to påfølgende generasjoner i hver av to populasjoner. Hvert punkt illustrerer et allel / en genvariant, og fargen (grå eller rød) symboliserer et av to ulike alleler.



I hvilke populasjoner (én, to eller ingen) har det skjedd evolusjon?

- A bare i populasjon 1
- B bare i populasjon 2
- C i begge populasjonene
- D i ingen av populasjonene

Blank side

Del 2

Oppgave 3

Et enzymforsøk ble gjennomført først uten hemmer/inhibitor og deretter med en konkurrerende hemmer. Mengden tilført substrat varierte, og alle andre faktorer ble holdt konstante. Reaksjonsfarten ble målt, og tabell 1 beskriver resultatene.

Tabell 1. Resultatene fra enzymforsøkene uten og med konkurrerende hemmer.

Mengden substrat tilført (vilkårlig enhet)	Reaksjonsfarten (vilkårlig enhet)	
	Uten hemmer	Med konkurrerende hemmer
0	0,0	0,0
5	3,3	1,0
10	3,8	2,0
15	3,9	3,0
20	4,0	3,8
25	4,0	4,0

- Lag en graf som beskriver resultatene i tabell 1.
- Forklar hvorfor resultatene i tabellen viser at hemmeren er konkurrerende.

Oppgave 4

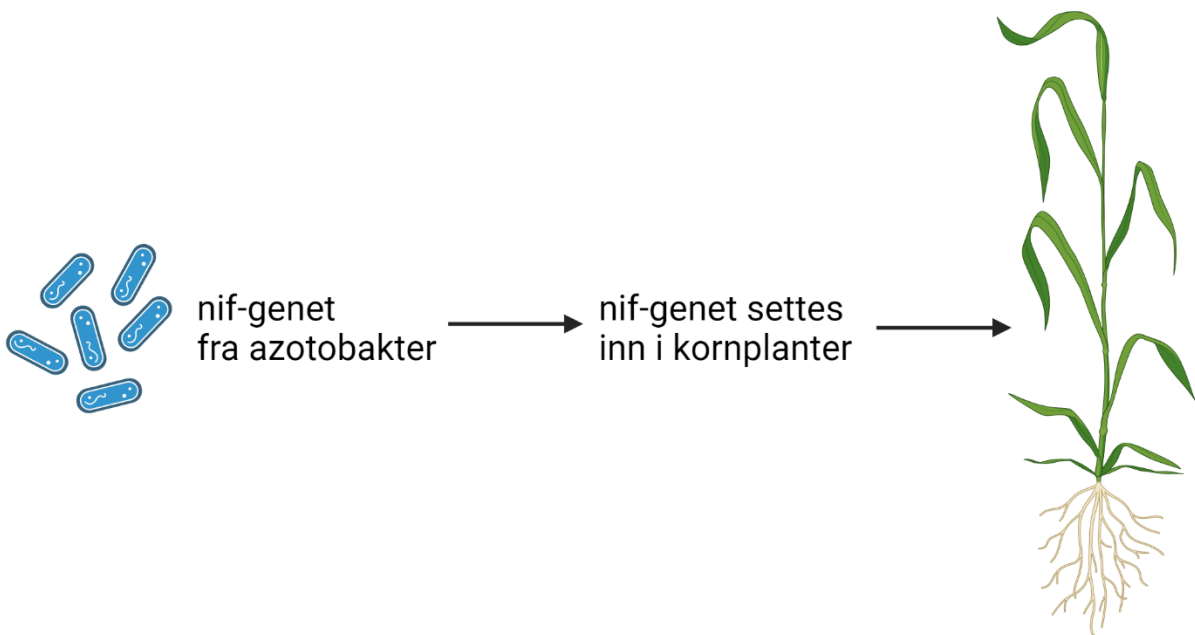
Azotobakter er nitrogenfikserende bakterier som omdanner nitrogengass (N_2) til ammoniakk (NH_3) / ammonium (NH_4^+) ved bruk av enzymet nitrogenase. Forskere har overført genet for nitrogenase fra azotobakter til kornplanter (GM-kornplanter).

- a) Beskriv en fordel GM-kornplanter har sammenlignet med vanlige kornplanter uten genet for nitrogenase.

Prosessen som omdanner nitrogengass til ammoniakk/ammonium, krever mye energi i form av ATP. Azotobakter har høyere aktivitet av aerob celleånding enn bakterier som ikke fikserer nitrogen.

- b) Forklar hvorfor GM-kornplanter som står i ugjødslet jord, vokser saktere enn vanlige kornplanter (uten genet for nitrogenase) som står i jord gjødslet med nitrogenforbindelser.

Et gen som koder for nitrogenase, kalles nif-gen. I et forsøk ble et nif-gen overført til fire planter.



Figur 1. Overføring av nif-genet til en plante.

For å undersøke om nif-genet ble overført, gjennomførte forskere tre tester på hver av de fire plantene. Tabell 2 beskriver resultatene.

Tabell 2. Resultatene fra de tre testene etter overføringen av nif-genet til fire kornplanter.

Tre tester			
	nif-genet	mRNA-kopi av nif-genet	nitrogenase
Kornplante 1	ikke påvist	ikke påvist	ikke påvist
Kornplante 2	påvist	påvist	påvist
Kornplante 3	påvist	ikke påvist	ikke påvist
Kornplante 4	ikke påvist	påvist	ikke påvist

- c) 1 Det må være feil i testresultatene for en av kornplantene. Hvilken kornplante er dette? Begrunn svaret.
- 2 For å få kornplanter med nitrogenfiksering bør forskerne arbeide videre med en av kornplantene. Hvilken kornplante er dette? Begrunn svaret.

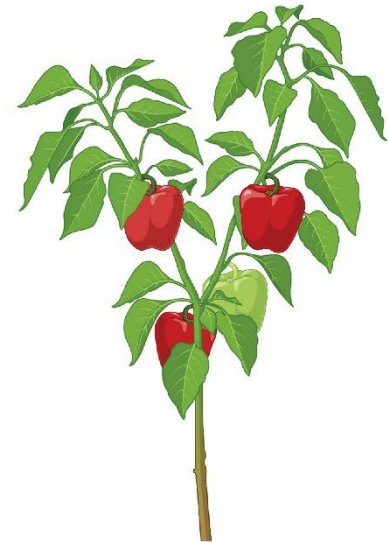
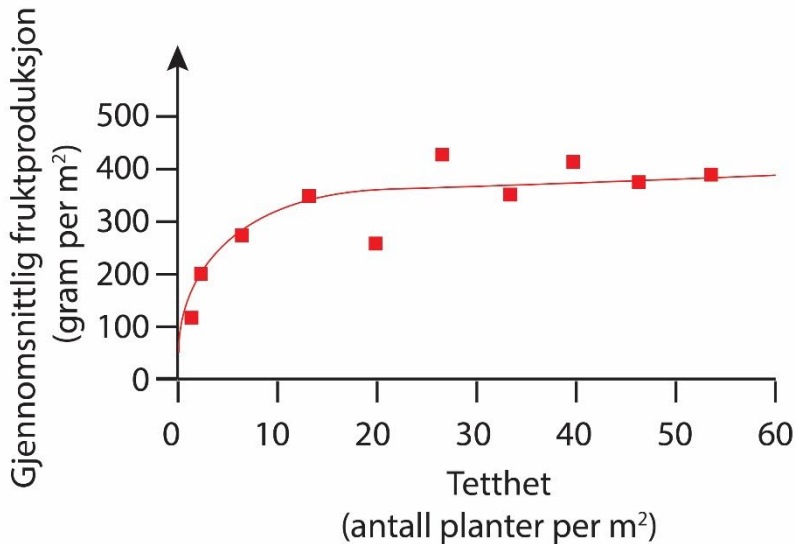
Når jorden har høyt innhold av ammoniakk/ammonium, hemmes transkripsjonen av nitrogenase-genet i azotobakter.

- d) Forklar hvorfor dette er en nyttig tilpasning hos azotobakter.

Oppgave 5

I et vekstforsøk sådde forskere paprikafrø. Avstanden mellom frøene varierte. Etter seks måneder ble paprikafruktene fra plantene tørket og veid.

Figur 2 illustrerer resultatene fra vekstforsøket.



Figur 2. Resultatene fra vekstforsøket med paprika.

a) Forklar hva resultatene fra vekstforsøket med paprika viser.

Paprikaplanter kan ha røde, oransje, gule eller hvite frukter. Fruktfargen bestemmes av to gener som ikke er koblet. Planter som er homozygot recessive for begge genene, gir hvite frukter. Planter som er homozygot recessive for bare ett av genene, gir enten gule eller oransje frukter. Planter som har minst én dominant genvariant / ett dominant allel for begge genene, gir røde frukter.

En plante med oransje frukter ble krysset med en plante med gule frukter. Avkommene var planter som ga røde frukter og planter som ga gule frukter.

b) Hvilke genotyper hadde foreldregenerasjonen? Begrunn svaret ved å lage et krysningsskjema.

En kultivert paprikapopulasjon er dyrket over lang tid og avlet fram gjennom mange generasjoner. Forskere gjennomførte genetiske analyser av kultivert og av viltvoksende paprika.

Tabell 3 beskriver resultatene.

Tabell 3. Resultater fra genetiske analyser av kultivert og av viltvoksende paprikapopulasjoner.

Type populasjon	Populasjon nr.	Antallet alleler som bare finnes i denne populasjonen	Gjennomsnittlig antall alleler per gen	Antallet individer
Kultivert	12	6	6,2	23
Kultivert	14	2	3	16
Kultivert	20	1	3	20
Kultivert	19	0	4,6	10
Kultivert	15	0	2,8	22
Kultivert	21	0	2,8	23
Kultivert	16	0	2,6	9
Kultivert	17	0	1,4	14
Kultivert	18	0	1,4	10
Kultivert	13	0	1	10
Viltvoksende	1	16	11,1	23
Viltvoksende	2	7	5,1	21
Viltvoksende	4	5	7,3	22
Viltvoksende	3	3	5,6	23
Viltvoksende	6	3	4,3	13
Viltvoksende	8	1	5,4	23
Viltvoksende	5	1	4,2	23
Viltvoksende	9	1	2,8	23
Viltvoksende	11	1	2,4	23
Viltvoksende	7	0	3,4	11
Viltvoksende	10	0	2,4	23

- c) 1 Beskriv to forskjeller mellom genlagrene/genreservoarene til kultivert og viltvoksende paprika. Bruk tabell 3.
- 2 En av de viltvoksende populasjonene har vært mer geografisk isolert enn de andre populasjonene. Hvilken av populasjonene 1–11 er dette? Begrunn svaret ditt.
- d) Kultiverte populasjoner ble avlet fram fra noen få individer fra viltvoksende populasjoner. Gjør rede for hvordan evolusjonære prosesser kan ha ført til forskjellene mellom genlagrene til kultiverte og viltvoksende paprikapopulasjoner.

Kjelder/Kilder

González-Jara, P., Moreno-Letelier, A., Fraile, A., Piñero, D. og Garcia-Arenal, F. (2011). Impact of Human Management on the Genetic Variation of Wild Pepper, *Capsicum annuum* var. *Glabriusculum*. *PLOS ONE*, 6(12): e28715. doi: 10.1371/journal.pone.0028715

Kumar, P.R. og Lai, S. (2009). Inheritance of Mature Fruit Color in Capsicum. *Indian Journal of Plant Genetics Resources*, 22(1): 36–40.

Vedlegg 1 Svarskjema for oppgave 2 / Svarskjema for oppgave 2

Kandidatnummer: _____

Totalt tal på sider i svaret på del 1 /

Totalt antall sider i besvarelsen på del 1: _____

Oppgave 2 / Oppgave 2	Skriv <i>eitt</i> av svaralternativa A, B, C eller D her: / Skriv <i>ett</i> av svaralternativene A, B, C eller D her:
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	

Vedlegg 1 skal leverast kl. 11.00 saman med svaret for oppgave 1.

Vedlegg 1 skal leveres kl. 11.00 sammen med besvarelsen for oppgave 1.